

Penerapan Metode Resistivitas 2D untuk Identifikasi Bawah Permukaan Situs Maelang Bayuwangi Jawa Timur

Moch. Fauzan Dwiarto dan M.Singgih Purwanto

Departemen Teknik Geofisika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: m.singgih.purwanto@gmail.com

Abstrak—Survey geofisika dengan metode resistivitas 2D dilakukan di kawasan Situs Maelang, Dusun Maelang, Desa Watukebo, Kelurahan Bajulmati, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. Pengukuran dilakukan untuk memetakan bawah permukaan kawasan situs maelang. Selain jejak peninggalannya, nama daerah juga memiliki makna dan penting dalam studi sejarah dan arkeologi. Nama daerah Maelang ini dalam Bahasa Madura memiliki arti sengaja dihilangkan. Identifikasi keberadaan situs arkeologi ini diperkuat dengan ditemukannya sebuah goa yang berbentuk simetris dengan tatanan batu yang rapi dan terdapat relief buaya didepannya. Relief buaya ini berasosiasi dengan nama Kelurahan Bajulmati. Dari hasil pengukuran resistivitas 2D sebanyak 5 lintasan dengan konfigurasi Wenner - Schlumberger dan Dipole - Dipole, terdapat beberapa anomali resistivitas. Pada lintasan 1 dan lintasan 2 terdapat anomali bidang batas atap goa yang tebalnya sekitar 1.85 meter dengan rentang nilai resistivitas 90-210 Ωm , sedangkan pada lintasan 3 dan lintasan 4 terdapat anomali resistivitas bernilai 1418-5820 Ωm . Anomali ini yang diduga adanya ruang dibawah permukaan. Sedangkan pada lintasan 5 anomali batuan penutup goa yang tertutupi tumbuhan jagung teridentifikasi pada kedalaman 0.5 sampai 3 meter.

Kata Kunci—Metode Resistivitas 2D, Situs Maelang, Konfigurasi Wenner-Schlumberger, Konfigurasi Dipole-Dipole.

I. PENDAHULUAN

DI Kabupaten Banyuwangi telah banyak ditemukan situs bersejarah. Surat Kabar Tempo pernah memberitakan bahwa terdapat 79 situs bersejarah di Banyuwangi yang teridentifikasi oleh Balai Arkeologi Jogja. Situs tersebut terdiri dari 11 kategori yakni bangunan rumah tinggal, makam, sumur, gudang, bangunan publik, bunker, pemujaan, artefak, pabrik, bendungan, dan jenis yang lainnya [1]. Dalam sebuah media onlinet pada 7 Juni 2016 juga disebutkan bahwa Tim Balai Pelestarian dan Cagar Budaya (BPCB) Trowulan telah mengunjungi sumber daya arkeologi di Desa Watukebo tepatnya di Dusun Tangkub dan Dusun Maelang [2].

Di Bahasa Madura kata Maelang itu berarti hilang yang disengaja. Hal tersebut yang kemudian dicari lebih lanjut, melalui wawancara dengan warga sekitar didapatkan informasi bahwa di tengah hutan jati terdapat sebuah goa yang dianggap angker yaitu goa macan. Penjelasan warga setempat dulu di goa tersebut sering dihuni oleh macan atau harimau. Meskipun lahan sekitar goa tersebut sekarang sudah ditanami tanaman jagung yang tumbuh subur. Berdasarkan penjelasan dari

kelompok masyarakat yang lebih dulu meneliti situs Maelang ini, dijelaskan bahwa goa yang tampak di permukaan saat ini hanyalah bagian kecil dari situs Maelang, sebab diduga masih ada ruang di bawah dan sebagian besar dinding goa yang tersusun dari batu padas atau balok andesit ini tertutupi oleh tumbuh – tumbuhan seperti jagung.

Oleh karena itu perlu dilakukan survey geofisika untuk memetakan bawah permukaan di sekitar situs Maelang. Survey Geofisika dengan metode geolistrik tahanan jenis atau resistivitas dipakai untuk memetakan geologi bawah permukaan terkait struktur geologi, dibawah permukaan tanah.

II. DASAR TEORI

A. Geologi Regional Lembar Situbondo

Berdasarkan peta geologi kawasan di lokasi penelitian situs maelang yang berada di kelurahan bajulmati ini litologinya secara umum tergolong batuan gunung api merapi (Qvm) berbatasan dengan batuan gunung api baluran (Qhvb) di sebelah utara, batuan gunung api ijen tua (Qpvi) di sebelah barat, dan selat bali dengan sedikit batuan alluvium (Qa) di sebelah timur kelurahan bajulmati. Daerah bajulmati juga dilewati sungai bajulmati dan sungai tangkub. Peta geologi lembar Situbondo tersebut dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 1. Geologi Regional Area Penelitian [3].

B. Kondisi Kekinian Situs Maelang

Keberadaan situs maelang belum banyak diketahui publik. Kawasan sekitar situs dimanfaatkan masyarakat untuk bercocok tanam, seperti tanaman jagung. Secara geometri situs

maelang memiliki bentuk seperti dua buah setengah lingkaran yang disambung dengan panjang sekitar 150 meter dan luas sekitar 0.5 hektar. Beberapa batuan penyusun goa ini antara lain ada batu pasir, batu lempung, batuan karbonat, batu andesit, fosil kayu, campuran semen, sedikit campuran bata merah, dan beberapa batuan yang seperti mengandung silika.

Bagian dinding luar dari goa tampak susunan balok – balok batuan yang tertata rapi dan juga tatanan batuan secara horizontal (Gambar 2):



Gambar 2 Dinding bagian luar dari goa.

Sementara itu di bagian depan goa ditemukan adanya relief menyerupai buaya. Lalu di bagian dalam goa terisi tanah yang tebal dan ada banyak lubang yang berwarna hitam pekat dibagian atas dan mulut lubangnya. Berikut bagian depan goa dan lubang yang ada di dalam goa (Gambar 3):



Gambar 3. Rupa relief buaya di bagian depan goa dan lubang dengan warna hitam gosong di bagian dalam goa.

Untuk kondisi di dalam goa ditunjukkan pada Gambar 4:



Gambar 4. Kondisi ruangan di dalam goa.

C. Nilai Resistivitas Batuan

Nilai resistivitas pada batuan ini sangat variatif. Untuk mineral logam nilai nya berkisar pada 10^5 Ohm meter. Begitu juga untuk batuan-batuan lain, komposisi batuan akan mempengaruhi rentang nilai resistivitas terhadap batuan itu.

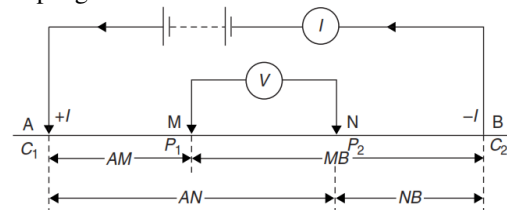
Suatu bahan dengan resistivitas kurang dari 10^{-5} Ohm meter biasanya didefinisikan sebagai konduktor, sedangkan isolator jika resistivitasnya lebih dari 10^7 Ohm meter [4].

Tabel 1.
Tabel Resistivitas Batuan [5]

Material Resistivity	(Ohm-meter)	Material Resistivity	(Ohm-meter)
Pyrite (Pirit)	0,01 – 100	Shales (Batu Tulis)	20 – 2.000
Quartz (Kwarsa)	500 – 800.000	Sand (Pasir)	1 – 1.000
Calcite (Kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$	Clay (Lempung)	1 – 100
Rock Salt (Garam Batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$	Ground Water (Air Tanah)	0.5 – 300
Granite (Granit)	200 – 100.000	Sea Water (Air Asin)	0.2
Andesite (Andesit)	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$	Magnetite (Magnetit)	0.01 – 1.000
Basalt (Basal)	200- 100.000	Dry Gravel (Kerikil Kering)	600 – 10.000
Limestones (Gamping)	500 – 10.000	Alluvium (Aluvium)	10 – 800
Sandstones (Batu Pasir)	200 – 8.000	Gravel (Kerikil)	100 – 600

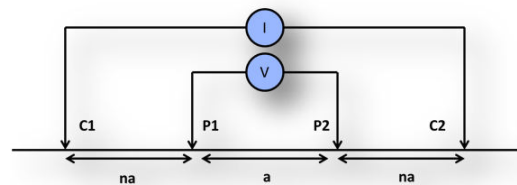
D. Metode Resistivitas 2D

Metoda resistivitas merupakan metoda yang bersifat aktif dengan mengalirkan arus listrik ke dalam lapisan bumi melalui dua elektroda arus, sedangkan potensialnya diukur melalui dua buah elektroda potensial atau lebih. Dua buah elektroda arus C (C_1 dan C_2) untuk menginjeksikan arus listrik permukaan. Besarnya potensial atau tegangan diukur oleh elektroda P1 dan P2 akan dipengaruhi oleh kedua elektroda tersebut



Gambar 5. Diagram Konsep Resistivitas 2D [6].

Konfigurasi yang digunakan adalah *Wenner-Schlumberger* dan dipole-dipole. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah perpaduan konfigurasi antara konfigurasi Wenner dengan Konfigurasi Schlumberger. Berlaku konfigurasi wenner ketika variasi $n = 1$, dan berlaku konfigurasi Schlumberger ketika variasi $n=2,3,4$ dan seterusnya.



Gambar 6. Posisi pemasangan elektroda konfigurasi *wenner-schlumberger*

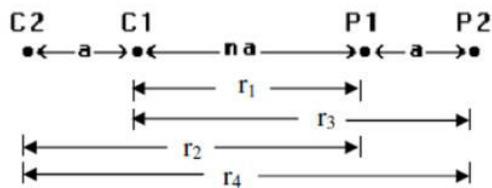
Nilai faktor geometri (K) dari konfigurasi Wenner-Schlumberger yaitu:

$$K = \pi n(n+1)a \quad (1)$$

Sedangkan konfigurasi dipole-dipole merupakan gabungan dari teknik *profiling* dan *depth sounding*, sehingga jenis konfigurasi ini merupakan salah satu konfigurasi yang umumnya digunakan dalam eksplorasi geofisika. Pada konfigurasi dipole-dipole, kedua elektroda arus dan elektroda

potensial terpisah dengan jarak a . Sedangkan elektroda arus dan elektroda potensial bagian dalam terpisah sejauh na , dengan n adalah bilangan bulat [7].

Berikut Skema konfigurasi dipole-dipole dapat dilihat pada Gambar 7:



Gambar 7 Skema elektroda konfigurasi dipole-dipole

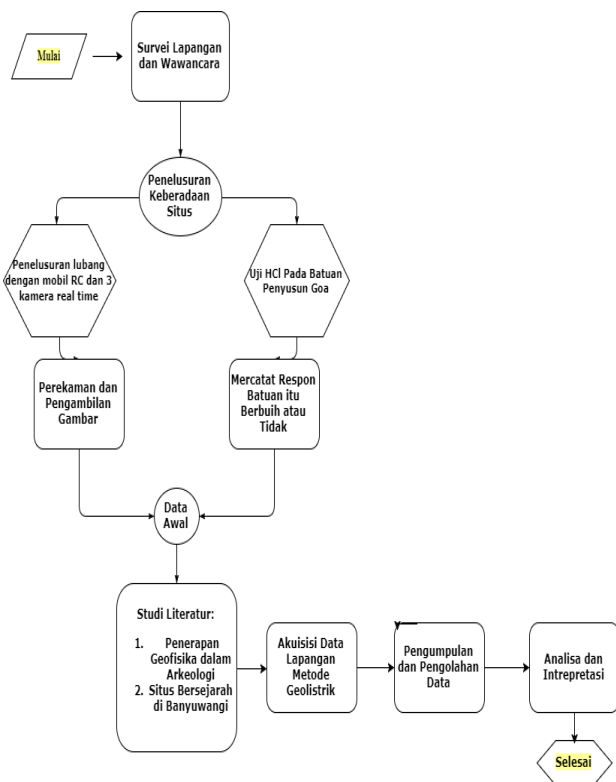
dengan nilai faktor geometri sebagai berikut:

$$K = \pi na(1 + n)(2 + n)$$

(2)

III. METODOLOGI PENELITIAN

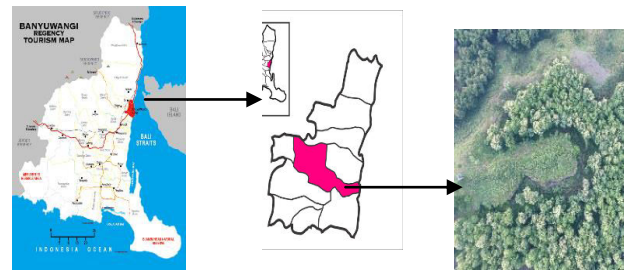
A. Diagram Alir Penelitian



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian.

B. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian tugas akhir ini dilakukan di situs maelang dusun maelang, desa watukebo, kelurahan bajulmati, kecamatan wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. Lokasi situs Maelang dalam plot latitude/longitude adalah sebagai berikut: lat: 7°56'6.98"S, long: 114°20'39.38"E.



Gambar 9. Keberadaan lokasi situs Maelang.

C. Desain Akuisisi Lapangan



Gambar 10. Desain Lintasan Sebanyak 5 Lintasan

Tabel 2.
Data Lintasan Akuisisi

Linta San	Koordinat UTM Awal		Koordinat UTM Akhir		Spasi (m)	Panjang (m)
	X	Y	X	Y		
1	868815.4	9121374.81	868870.4	9121379.25	2	62
2	868823.1	9121372	868762.3	9121364	2	62
3	868874.45	9121336	868870.92	9121349.12	1	32
4	868874.05	9121355	868874.06	9121355.29	0.5	14
5	868760.03	9209091	868762.14	9121333.50	1	32

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

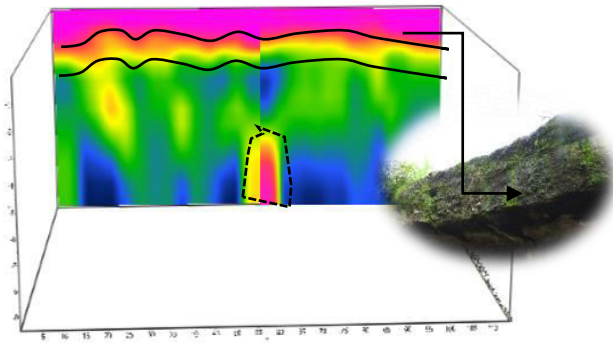
Penggunaan konfigurasi yang berbeda ini untuk mendapatkan hasil yang maksimal sesuai target yang ingin dicari. Konfigurasi dipole – dipole dipakai pada saat pengukuran pada lintasan 1 dan lintasan 2 yang diletakkan di bagian atap dari situs Maelang. Target yang ingin dicari adalah bidang batas goa yang tertutupi oleh tumbuhan jagung. Sedangkan konfigurasi *wenner-schlumberger* dipakai pada saat pengukuran pada lintasan 3,4 dan 5.

Tabel 3.
Perbandingan Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan Dipole-Dipole

Uraian	Wenner-Schlumberger	Dipole - Dipole
Resolusi Vertikal	Baik	Sedang
Penetrasi	Baik	Sedang
Kedalaman		
Sensitifitas lateral	Sedang	Sedang
Berdasarkan penggunaan	Survey dalam (bidang gelincir, air tanah, geoteknik)	Survey dangkal (dike, rongga dangkal)

Setelah penampang resistivitas lintasan 1 dan lintasan 2 digabungkan terlihat sangat jelas bahwa ada kemenerusan

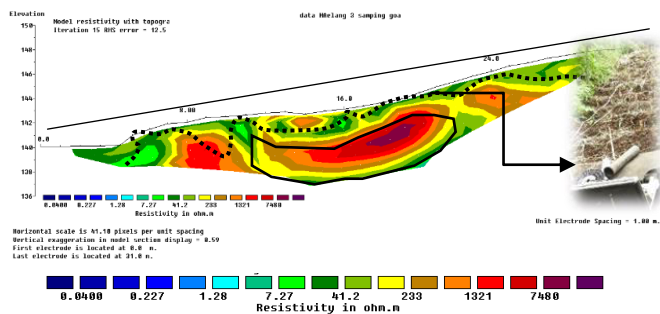
lapisan yang ditandai dengan warna kuning yang bernilai 90 – 200 Ω m.pada Gambar . Sesuai dengan tujuan penggunaan konfigurasi dipole – dipole yaitu untuk survey dangkal dapat juga dikatakan kalibrasi pengukuran lapangan di lapangan dengan data hasil pengolahan sudah sesuai.



Gambar 11. Penggabungan lintasan 1 dan 2 pada 3D section plot dengan zondres2.5d.

Pada Gambar 11 di atas juga diberi tambahan tanda panah untuk menunjukkan keadaan di lapangan pada bagian atap goa yang ersusun oleh batuan beku andesit.

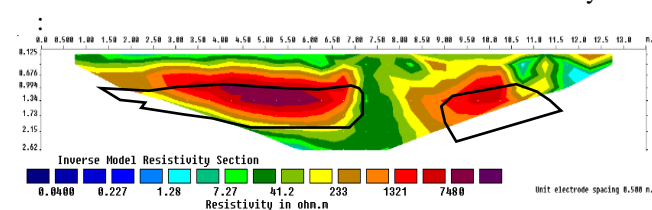
Pengukuran pada lintasan 3 sengaja diletakkan di lereng depan mulut goa yang juga masih merupakan lahan yang ditumbuhi tanaman jagung namun tidak begitu lebat. Berikut hasil *inverse model resistivity*nya:



Gambar 12. Penampang resistivitas lintasan 3 dengan software res2dinv.

Kondisi area sekitar masih ditanami tanaman jagung muda dan tanahnya pun sangat gembur. Pada penampang lintasan ke 3 ini terdapat anomaly yaitu resistivitas tinggi antara nilai 1418 – 3836 Ω m m pada kedalaman 0.5 – 1 meter di bawah permukaan. Lapisan anomaly dengan resistivitas tinggi itu dilapisi oleh batuan yang sama dengan atap goa yaitu dengan nilai 180-200 Ω m meter representasi batuan andesit.

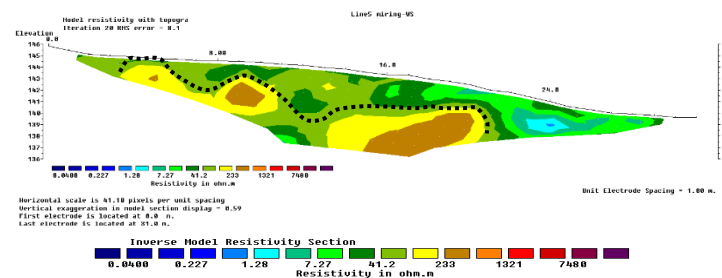
Lintasan 4 diletakkan di dalam goa dengan panjang lintasan 14 meter. Berikut hasil inversi dari model resistivitasnya.



Gambar 13. Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 4 dengan software res2dinv.

Pengukuran di lintasan 4 ini untuk membuktikan adanya suara gema dari lantai goa saat dipukul oleh tim peneliti, suara gema yang seperti menunjukkan bahwa ruangan itu berongga. Dari hasil penampang resistivitas ternyata ditemukan dua anomaly dengan nilai resistivitas tinggi sampai 5820 Ω m meter pada kedalaman 0.7 samapai 2 meter dibawah permukaan. Nilai resistivitas yang sangat tinggi dibanding yang lain ini diidentifikasi sebagai ruang kosong di bawah permukaan goa.

Lintasan yang terakhir dari pengukuran resistivitas di situs Maelang sengaja diletakkan pada bagian terluar sebelah barat situs. Hal ini untuk memetakan dan mengetahui sebaran situs. Pengukuran dilakukan pada pukul 15.35 setelah hujan reda waktu itu. Berikut hasil dari *inverse model resistivity*nya.



Gambar 14. Penampang Hasil Inversi Resistivitas Lintasan 5 dengan software res2dinv.

Dari hasil penampang resistivitas ini tidak ditemukan lagi nilai tahanan jenis lebih dari 3000 Ω m meter atau anomaly resistivitas yang diduga ruang hampa. Nilai resistivitas tertinggi pada penampang ke 5 ini yaitu 215 Ω m meter, rentang nilai tersebut sama dengan pengukuran di lintasan 1 dan 2 yang diidentifikasi sebagai batuan penutup goa. Batuan ini diidentifikasi pada kedalaman 0.5 sampai 3 meter dibawah permukaan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Lintasan 1,2 dan 5 menunjukkan batuan penutup gua tepat dibawah top soil yang memiliki nilai resistivitas 90-215 Ω m, dengan ketebalan kurang lebih 1 meter dan pada kedalaman 0.5-3 meter pada lintasan 5.
2. Lintasan 3 dan 4 memiliki anomaly resistivitas tinggi yaitu senilai 1418– 3836 Ω m pada line 3 dan bernilai hingga 5820 pada line 4, Anomali ini diidentifikasi sebagai ruang kosong dibawah permukaan
3. Dari hasil peta bawah permukaan situs maelang diidentifikasi adanya dominasi batuan vulkanik pada batuan penyusun terluarnya. Selain itu bisa jadi situs maelang ini masih memiliki ruang – ruang dibawah tanah.

Saran yang bisa diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah perlu ditambahkan data hasil bor untuk melihat litologi di kawasan tersebut, analisa petrografi dan *carbon dating* untuk meneliti usia situs Maelang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tempo, "Balai Arkeologi Identifikasi Situs Arkeologi di Banyuwangi," 2016.
- [2] Tim BPCB Trowulan, "Sumber Daya Arkeologi di Desa Watukebo," 2016. [Online]. Available: kabarbanyuwangi.info.
- [3] D. . Agustiyanto and S. Santosa, "Peta Geologi Lembar Situbondo," 2012.
- [4] J. Mufidah, "Aplikasi Metode Geolistrik 3D Untuk Menentukan Situs Arkeologi Biting Blok Salak di Desa Kutorenon Kecamatan Sukodono Lumajang," 2016.
- [5] D. G. Pryambodo and R. A. Troa, "Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Identifikasi Situs Arkeologi di Pulau Lut Natuna," *Kalpataru Majalah Arkeologi*, 2016.
- [6] M. Telford, R. P. Geldart, and E. Sheriff, *Applied Geophysics 2nd Edition*. Cambridge University Press, 1990.
- [7] Waluyo and E. Hartantyo, "Teori Dan Aplikasi Metode Resistivitas," Yogyakarta, 2000.